APRENDER A LOS PINCHAZOS

SONDA AL CENTRO DE LA TIERRA

No. Esta vez lo que predijo Julio Verne no se está cumpliendo. No hay por ahora viaje posible al centro de la Tierra: más allá de los 12 km las cámaras se derriten y no hay material que aguante. De todos modos, las sondas están revelando que más allá de nuestros pies no todo es como se suponía. Variaciones de temperatura, deformaciones de rocas y minerales, fluidos que han permanecido intactos por millones de años e incluso vida a grandes profundidades figuran entre las novedades. Entender qué pasa en el corazón de la Tierra ayudará a predecir sismos, claro, pero también a saber qué puede pasar con el clima. Mientras tanto, científicos de varios países se preparan para explorar el subsuelo de la Antártida, donde esperan encontrar verdaderos secretos de la historia de la Tierra. Un FUTURO para leer como el avestruz.



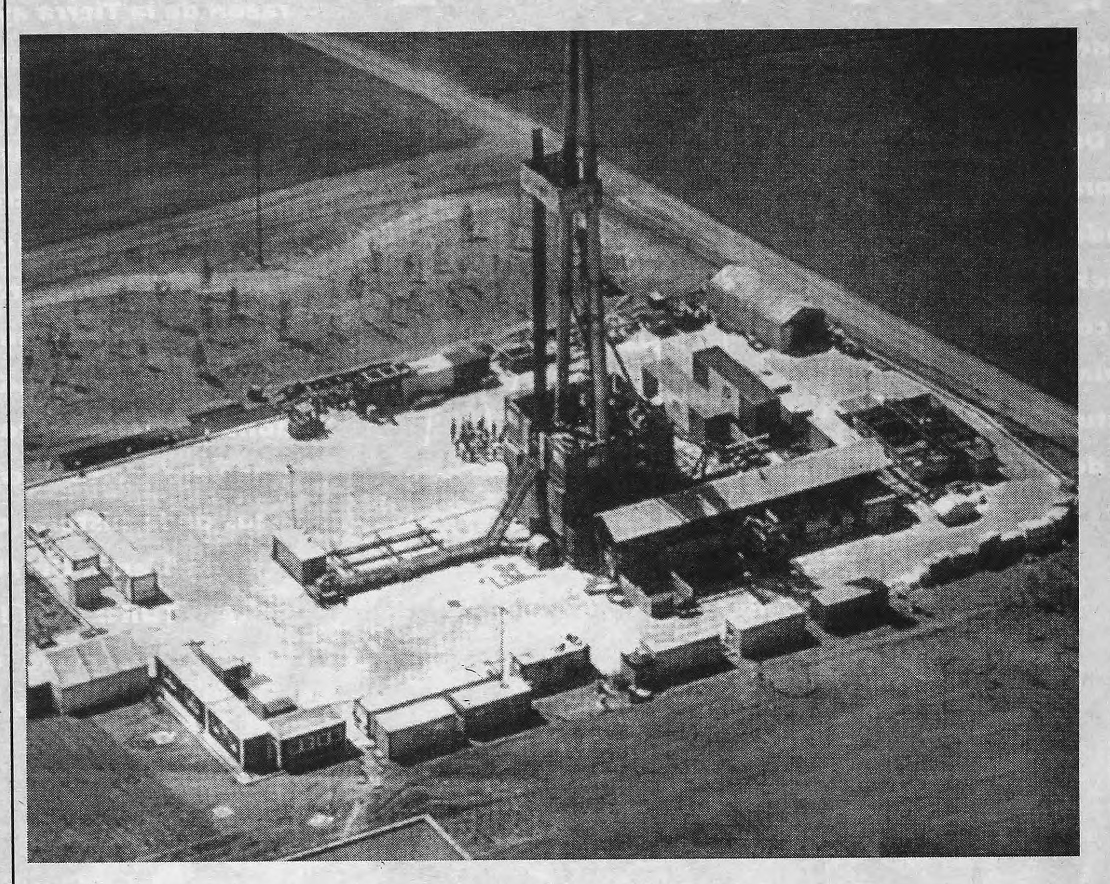
FUTURO

LA VERDADERA HISTORIA DE LAS TORTUGAS

LOS PROTEGIDOS DEL NATIONAL GEOGRAPHIC

Los sondeos aportan nuevos datos sobre la composició

PINCHAZOS AL PL



EL PAIS de Madrid *(Por X. Pujol Gebelli)* Los últimos resultados aportados por sondeos profundos realizados en diferentes puntos del planeta han revelado datos sorprendentes. Variaciones de temperatura, deformaciones de rocas y minerales, fluidos que han permanecido intactos millones de años y vida a grandes profundidades son los más destacados. Más allá de estos resultados, los geólogos destacan que, por primera vez, empiezan a aflorar algunas claves para comprender qué ocurre en el interior o, lo que es lo mismo, para entender cómo funciona la Tierra.

En esencia, éste es el gran objetivo de los sondeos profundos. Hoy en día, la composición del interior del planeta no interesa tanto como saber cómo y por qué se desplaza una placa tectónica, qué factores intervienen en la rotura de una falla geológica o cómo se propaga la enorme cantidad de energía que se libera en un terremoto.

Para determinar todos estos parámetros con precisión se utilizan dos grandes familias de técnicas. Las llamadas indirectas, basadas en el empleo de métodos sísmicos (como, por ejemplo, la sísmica de reflexión profunda), y las directas, consistentes en agujerear el suelo hasta tan lejos como sea posible.

El primer tipo de técnicas aporta sobre todo imágenes, cada vez con mayor resolución, relativas a composición y a determinados parámetros físicos. Su interpretación, no obstante, no siempre responde a la realidad, ya que, en términos absolutos, nadie es capaz de determinar con precisión qué hay a 50 kilómetros de profundidad. Los sondeos, por su parte, evitan este escollo. Pero limitaciones de orden económico y tecnológico impiden, por el momento, superar los 12 kilómetros.

El reto es superar claramente la frontera de los 10 kilómetros. Se consiguió en el sondeo de Kola (ubicado en la península rusa del mismo nombre) y fue alcanzado por el proyecto alemán del KTB. Rolf Emmermann, responsable de este último sondeo (localizado al sureste de Alemania, cerca de la frontera con la República Checa), expuso recientemente en alguno de los límites que cabe superar para proseguir las investigaciones. El primero, la sorprendente temperatura que este sondeo, considerado por los expertos como el más importante del mundo, alcanzó a los 9000 metros de profundidad: 275 grados. Según estimaciones previas, se esperaba alcanzar 300 grados por debajo de los



Sección de la Tierra en la que se aprecian las distintas capas que la forman y las variaciones de presión, densidad y temperatura en función de la profundidad.

PERFORACIONES EN LA ANTARTIDA



EL PAIS de Madrid Científicos de toda Europa van a unir sus fuerzas en un proyecto de perforaciones en los hielos de la Antártida para extraer muestras de hasta 4000 metros de profundidad. El objetivo es comprender mejor el sistema climático de la Tierra y explorar su posible evolución futura. Se denomina Epica (European Proyect Ice Coring), está auspiciado por la European Science Fundation y dirigido por el experto francés en investigaciones polares Claude Lorius.

El sondeo mostrará los patrones de cambio de la temperatura y la composición del aire a lo largo de los últimos 500.000 años. Se han planificado dos perforaciones, una en la estación ítalo-francesa Concordia (Antártida este) y la segunda en el otro extremo del continente.

Lorius explicaba la semana pasada en Madrid, donde dio una charla del ciclo Premios Nobel y Grandes Científicos de Francia, organizada por la embajada de ese país en España, que las capas de nieve que cada año se depositan en la Antártida se transforman en hielo y se hunden, al tiempo que se desplazan hacia las costas.

Epica pretende reconstruir la historia del clima y obtener un registro detallado que permita descubrir la presencia de inestabilidad en las altas latitudes sur durante el último ciclo climático, explicó Lorius.

En los hielos de los sondeos profundos también se pueden leer las variaciones climáticas del pasado remoto, la correlación entre las variaciones de temperatura y la concentración de gases de efecto invernadero, así como la sucesión de eras glaciares e interglaciares (ahora el planeta atraviesa una de ellas) cada 100.000 años.

n de la Tierra

ANETA

10 kilómetros. Esta temperatura es, hoy por hoy, una frontera casi insalvable: a pesar de que es posible agujerear, los materiales se deforman rápidamente debido a las condiciones de presión y temperatura.

En esta misma reunión, organizada por la Institución Catalana de Historia Natural y que reunió a los principales responsables de grandes proyectos del mundo, Emmermann destacó otros aspectos de sumo interés. Entre otros, la existencia de gran cantidad de fluidos entre 6 y 8 kilómetros de profundidad, la presencia de microorganismos en la frontera de los 2000 metros (lo que demuestra que los límites de la biosfera están aún por establecer) y de una cantidad de energía moderada pero suficiente para desencadenar terremotos de pequeña magnitud en el corazón de Europa.

Este último hallazgo supone otro de los grandes objetivos. Tal y como señala Andrés Pérez-Estaun, geólogo del Instituto Jaime Almera, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, los sondeos no sólo tienen como misión realizar estudios geológicos, sino detectar todos aquellos parámetros que permitan modelizar el comportamiento del interior de la Tierra. "Si no somos capaces de modelizar con precisión", asegura, "difícilmente podremos realizar predicciones".

¿Qué situaciones interesa predecir? "Desde riesgos naturales, como terremotos o actividad volcánica, hasta impactos climáticos producidos por las emanaciones de gases, detectar yacimientos petrolíferos o de minerales con interés económico, o localizar e identificar áreas estancas para el posible confinamiento de residuos tóxicos", contesta. Desde un punto de vista científico, añade el estudio de los grandes impactos naturales, la evolución del clima y, por tanto, de la Tierra, y establecer con precisión los límites de la biosfera.

Su puesta en marcha depende, en buena medida, de la capacidad de financiación de los organismos responsables. Esta es la razón que ha impulsado a diversos países a emprender investigaciones bajo la fórmula del consorcio. Una de ellas, iniciada el pasado año y considerada la más ambiciosa de todas las que se pretenden llevar a cabo, es la que centra su atención en los Urales. En opinión de Pérez-Estaun, uno de los líderes del proyecto (impulsado por la European Science Foundation y con la participación de 20 instituciones occidentales y 12 rusas), este estudio puede aportar datos de gran interés, puesto que se trata de uno de los registros fósiles con mayor potencial científico en su interior.

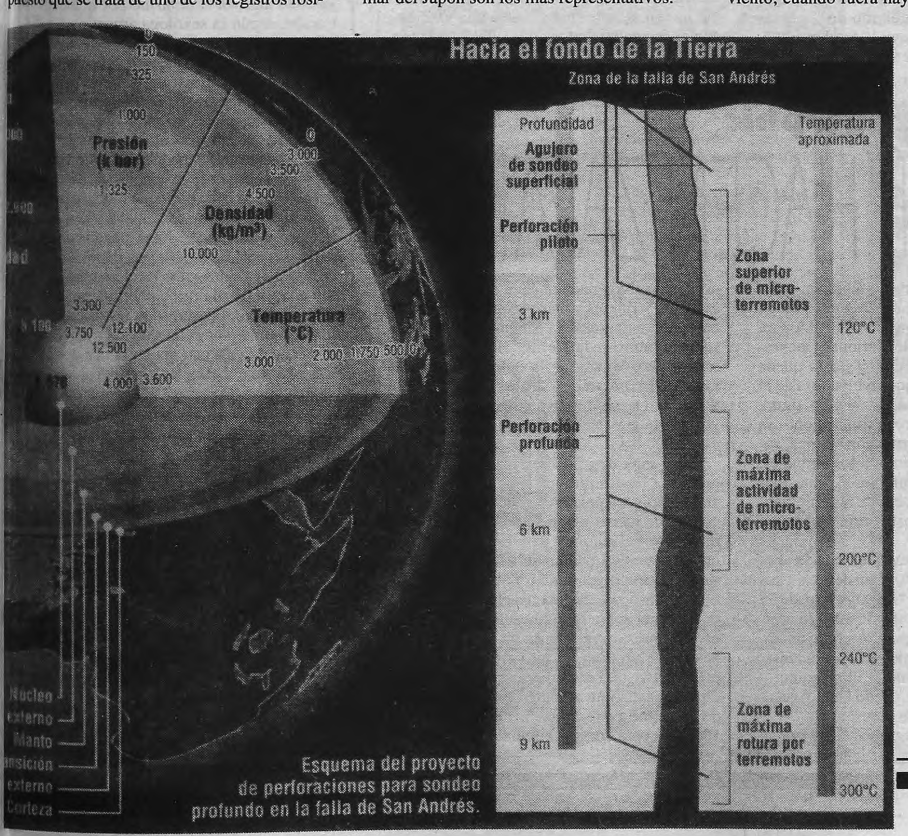
"Los Urales son una verdadera cicatriz fósil, de 250 millones de años, situada entre dos placas continentales antiquísimas. Su estudio va a aportar conocimientos significativos no sólo sobre las riquezas minerales que contienen (los Urales albergan gran cantidad de recursos energéticos en forma de combustibles fósiles y uranio), sino también sobre el comportamiento profundo de la Tierra", afirma el científico. Este proyecto, que se inicia ahora de forma efectiva, durará tres años en una primera fase y hasta siete incluyendo la posterior explotación de datos. El presupuesto inicial destinado se acerca a los 1500 millones de dólares y se va a realizar, por vez primera allí, una línea de 500 kilómetros por métodos indirectos de observación, además de un gran sondeo profundo.

Otro gran proyecto es el destinado al estudio de la falla de San Andrés. Su responsable es Marck Zoback, de la Universidad de Stanford (California, EE.UU.), y el objetivo, llegar a modelizar de forma precisa el comportamiento de las placas en tensión. Como en otros grandes sondeos, se pretende depositar complejos equipos de medida en el interior para determinar parámetros físico-químicos tales como presión y temperatura, además de los relativos a esfuerzo y trabajo. Sólo así sería posible predecir con exactitud el Big One, el gran terremoto que se espera en San Francisco algún día en los próximos 30 años.

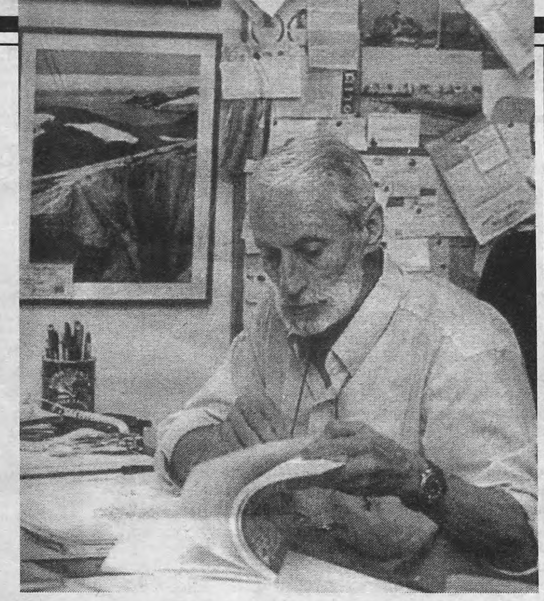
Un sondeo profundo mide apenas 5 centímetros de diámetro en su punto más alejado de la superficie. En el nivel superior, el diámetro raramente supera los 70 centímetros. Por tan angosto orificio se extraen rocas y minerales, se analizan gases y líquidos, se mide presión y temperatura y se evalúa el potencial de energía que podría liberarse en caso de terremoto.

Más allá del conocimiento científico, los objetivos son modelizar el comportamiento en el interior, los movimientos previsibles o las condiciones del interior. En definitiva, la filmación entera en lugar del fotograma aislado. La tendencia, dado el elevado costo de perforación, es implicar al máximo número de países e instituciones en cada proyecto. Lithoprobe, una experiencia canadiense considerada por muchos geólogos como el modelo a seguir, aúna los esfuerzos de universidades, empresas e instituciones gubernamentales. En Europa, su homólogo es Europrobe, un consorcio formado por diversos países con el objeto de optimizar los resultados.

Este planteamiento fue recogido en Potsdam, Alemania, cuando científicos de todo el mundo debatieron en 1993 acerca de los puntos del planeta que pudieran aportar mejoras significativas al conocimiento de la Tierra. Fruto de este encuentro, auspiciado por la European Science Foundation, son 20 grandes proyectos, de los cuales los relativos al estudio de los Urales, la falla de San Andrés, los límites de la biosfera, la explotación de recursos naturales o la gran zona de subducción del mar del Japón son los más representativos.



Esquema del proyecto de perforaciones para sondeo profundo en la falla de San Andrés.



Adolfo Eraso, experto en glaciares

"LA CAJA NEGRA DE LA TIERRA"

EL PAIS de Madrid

(Por Rafael Ruiz) Ha hecho 20 expediciones a los círculos polares y glaciares de alta montaña y publicado 50 estudios sobre estas enormes masas de hielo que ocupan el 12 por ciento de la Tierra (la tercera parte que hace medio millón de años). Tal experiencia le ha llevado a presidir desde su creación en 1989 el Grupo Internacional de Cuevas en Glaciares y Karst de Regiones Polares, integrado por un centenar de científicos de 20 países, y a ser miembro de la Academia de Ciencias de Nueva York. Cuando no está en la Antártida, Siberia o Groenlandia, Adolfo Eraso, 60 años, fibroso, amable y didáctico en sus explicaciones, da clases en la Universidad Politécnica de Madrid: enseña todo lo que está escrito en el hielo.

Durante 30 años trabajó para empresas privadas buscando petróleo y gas y haciendo estudios geológicos en los países árabes y Latinoamérica; ahora sus investigaciones lo llevan a meterse en el corazón tan blanco e inquietante de los glaciares, a explorar sus alucinantes interiores, a introducirse hasta dos kilómetros y medio en ellos y acampar allá dentro.

"El hielo es mucho más peligroso que la roca, pero el interior de un glaciar es confortable. La temperatura es de cero grados y sin viento; cuando fuera hay 30, 40, 50 bajo cero, y con viento. Y si el frío es el clavo, el viento es el martillo. El medio físico es duro, pero a mí no me interesa el riesgo por el riesgo, la aventura por la aventura. Lo que me importa es la investigación. Yo voy con todo el cuidado del mundo. Lo mejor es conocer tus capacidades y limitaciones, para no salirte de la raya. Hay un principio que se puede aplicar a todo en la vida, y a esto también. Hay que saber cómo salir de donde te metes, poner los medios para saber salir. Lo más duro de las expediciones es aclimatarse a la vuelta a la ciudad. Dése cuenta de que estamos pisando continuamente lugares vírgenes, y eso es muy gratificante."

–¿Cuáles son sus preferidos?

–Los del archipiélago Svalbard, al norte de Noruega. Hay unos pozos espectaculares y una logística bastante buena gracias a la base polaca de Hornsud, con la que trabajamos desde hace muchos años. El glaciar Ilulissat, en Groenlandia, que es el que se desliza más rápido del mundo, 50 metros por día. Es algo así como una fábrica perfecta de icebergs. Son enormes. Dicen que uno de ellos fue el que acabó con el "Titanic". Y el Perito Moreno, en la Patagonia argentina. Es famoso porque avanza sobre un lago y llega a cortarlo en dos. Cuando esa barrera se rompe unos años después de formarse, es uno de los mayores espectáculos de la naturaleza. Desde 1939 sólo ha pasado cuatro veces, la última en 1988. Es famoso también porque se decía que era la excepción a la regla del retroceso de los glaciares. Pero no es cierto. Su balance de masa de hielo es muy negativo. Esta adelgazando. Se le van cinco centímetros por día. Y eso es muchísimo.

–En el Perito Moreno ha tenido su último accidente.

–Sí. Me rompí el hombro, pero pudo haber sido mucho peor. He tenido suerte. Ahora estoy en rehabilitación. Aún no tengo fuerza.

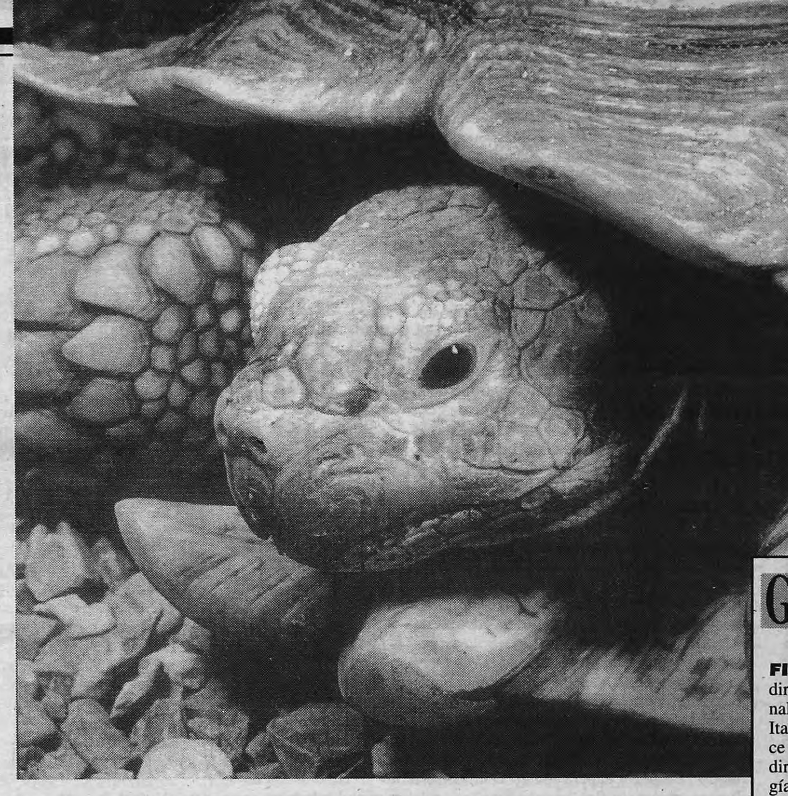
–Conoce cientos de glaciares, ¿todos están en retroceso?

–Todos. Y eso es muy serio. Está en juego el futuro del planeta, su habitabilidad. Es una hipótesis, no va a pasar, pero si se fundieran todos los glaciares el nivel del mar subiría 70 metros. Ahora, la investigación de glaciares está en auge porque constituyen uno de los mejores indicadores para detectar el posible cambio climático; pero no sólo porque están en recesión, sino porque en el hielo queda escrito todo. Los glaciares son la caja negra de los sucesos de la Tierra, porque en el hielo, al formarse, queda registrada la composición de la atmósfera en ese momento. Además, como se puede averiguar su edad, los glaciares contienen la información sobre el paleoclima. Y si tenemos la secuencia del clima, podremos hacer predicciones. Está elaborado ya un calendario del hielo de la Antártida y Groenlandia año a año hasta hace 165.000 años. Y se ha visto que el nivel de CO_2 en el aire era constante (280 partes por millón) hasta que hace 200 años empezó a aumentar, y ahora está en las 400 partes por millón. ¿Y qué paso hace 200 años? Pues que comenzó la era industrial. Todo eso está escrito en el hielo.

Adolfo Eraso acaba de publicar, junto a Marian Pulina, catedrático de Geografía en la Universidad de Silesia (Polonia), el libro *Cuevas en hielo y ríos bajo los glaciares* (editorial McGraw-Hill) sobre cómo medir la pérdida de masa de hielo en forma de agua, pieza clave para determinar con exactitud el retroceso de los glaciares y analizar el cambio climático.

–¿Usted está convencido entonces de que el cambio climático está en marcha?

–Como científico, no. No hay todavía constatación científica. Las mediciones de los glaciares sólo se vienen haciendo de forma sistemática desde los años sesenta. El problema está en que sabemos mucho, pero desde hace muy poco. Personalmente, sin embargo, estoy convencido de que ya hay cambio climático.



Un descubrimiento de fósiles en la Argentina cambió para siempre la historia de las tortugas. En noviembre de 1992 el paleontólogo argentino Guillermo Rougier encontró en una duna de Los Colorados –un paraje del noroeste de nuestro país conocido como "el paraíso de los paleontólogos"–, los esqueletos de lo que resultaron ser nuevas especies y géneros de tortugas que vivieron hace 200 millones de años, o sea 60 millones antes que las tortugas sudamericanas más antiguas que se conocían hasta ahora.

"¿De dónde vienen las tortugas?" es la pregunta crucial y en un informe publicado en *Science* el joven científico explica por qué su descubrimiento, que después analizó junto a dos colegas –Marcelo de la Fuente y Andrea Arcucci– cambia radicalmente lo que se conocía sobre el origen de las tortugas que ahora uno puede criar en el patio de su casa, aunque se lo considera tráfico de fauna. "Hasta ahora se creía que las tortugas modernas habían aparecido hace 210 millones de años, durante el período Triásico", afirma Rougier, "pero este nuevo fósil demuestra que las tortugas se originaron posteriormente, durante el Jurásico, entre 200 y 145 años atrás".

Hasta este descubrimiento, se pensaba que los fósiles del Triásico que se habían hallado en Alemania eran los precursores directos de las tortugas actuales, en parte debido a que la pelvis estaba fusionada a la caparazón en ambos casos. Pero lo mismo sucede con los nuevos fósiles de la Argentina, dando por tierra con la teoría de los antepasados alemanes.

Descubrimientos de un paleontólogo argentino

¿DE DONDE VIENEN LAS TORTUGAS?

Las investigaciones de Rougier –que acaba de estrenarse como becario en el Museo de Historia Natural de Nueva York– presentan pruebas de que las tortugas alemanas, los fósiles argentinos y las tortugas modernas pertenecen a tres grupos diferentes. Una de las principales características que diferencia cada grupo es el método que han desarrollado para proteger su cuello de los predadores. Mientras una tortuga actual se defiende del peligro con el conocido artilugio de retraer su cuello dentro de la caparazón, las triásicas alemanas se valían de espinas óseas ubicadas en el cuello y las triásicas argentinas, en cambio, tenían una extensión que les protegía esta parte tan sensible de su anatomía.

También el cráneo del fósil argentino fue decisivo a la hora de diferenciar los tres grupos. Lo más gracioso fue que el cráneo del fósil más completo de los dos especímenes que encontró estuvo a punto de ser desechado al principio por su similitud con una roca. "Una porción de roca a la cual no le dimos mucha importancia al principio resultó ser el cráneo", contó divertido Rougier, que trabaja en el Museo Argentino de Ciencias Naturales y agradece la ayuda en el momento del descubrimiento de su hermano Diego, un relacionista público que se apasiona en acompañarlo en sus trabajos de campo.

El descubridor es especialista en pequeños mamíferos del Triásico y junto con los dos científicos que trabajaron más tarde con él –experto en tortugas De la Fuente y versada en fósiles triásicos Arcucci– llegaron a otra conclusión interesante: las tortugas argentinas están estrechamente relacionadas con tortugas jurásicas encontradas en Africa del sur. "En el período Triásico Sudamérica y Africa del sur formaban parte de una única masa continental, y eso podría implicar que un grupo peculiar de tortugas se originó durante el Triásico al sur de ese gran continente", opinaron los paleontólogos. La masa de tierra se dividió y se separó en continentes después de millones de años, y los grupos de tortugas se separaron y se desarrollaron con algunas diferencias genéticas.

Tampoco las sudafricanas son antepasados de Manuelita, así que ahora sólo falta saber cuáles son los antepasados de la tortuga que actualmente come lechuga en el balcón. Por su parte, el nuevo editor de la revista *Science*, Floyd Bloom, opinó que esta línea de trabajo no solamente resulta fascinante, "es un importante ejemplo de cómo los científicos pueden hallar tesoros intelectuales en el patio de su casa". O casi.

National Geographic

"LOS CHIMPANCES SE HACEN ZAPATOS"

EL PAIS de Madrid

El mundo que muestran las imágenes del *National Geographic* es asombroso. Las cifras que maneja el emporio creado en torno a la famosa revista de borde amarillo no producen menos impacto: 9,2 millones de suscriptores, 60 millones de espectadores de sus documentales, una facturación anual de más de 430 millones de dólares. Escudriñar el planeta y la vida con productos de calidad y vanguardistas fotografías da de sí. Así se lo muestra *National Geographic.*

Esta sociedad, fundada en Washington en 1888 sin ánimo de lucro, invierte sus ganancias en promover expediciones, investigaciones y programas educativos. En su largo siglo de trayectoria ha apoyado a más de 5000 investigadores. Entre ellos, personajes tan ilustres como Hiram Bingham, que destapó el Macchu Picchu; Cousteau; los antropólogos Louis y Mary Leakey; Dian Fossey, la amiga de los gorilas de montaña; y Robert D. Ballard, descubridor de los restos del "Titanic".

Pero entre todos, Michela E. English, vicepresidenta de la sociedad, que ha estado en España para firmar el acuerdo con RBA para publicar los productos de National Geographic en castellano, salvo la revista, se queda con Jane Goodall, la mejor divulgadora de la conducta de los chimpancés: "Es mi figura predilecta, porque siempre me impresionó esa chica que sin ninguna formación técnica, sólo por un bello sueño y amor a los animales, llega a generar descubrimientos espectaculares sobre el comportamiento de los chimpancés y a crear su propia institución no lucrativa y muy activa".

Entre las investigaciones que financia ahora National Geographic, English destaca a dos científicos muy jóvenes: "Rosalyn Alp, de 21 años, sigue la línea de Goodall sobre la utilización de herramientas por los chimpancés. Ha descubierto habilidades impresionantes, como que se hacen zapatos." "El paleontólogo Paul Serrino, que ha hallado en la Argentina una nueva especie de dinosaurio."

La vicepresidenta de National Geographic, desde su privilegiada atalaya que llega a los aspectos y rincones más escondidos del planeta, no comparte las visiones apocalípticas sobre el futuro de la Tierra: "Hay muchos desafíos, pero no soy de la opinión de que el mundo esté en peligro. Lo que debemos intentar es transmitir los conocimientos cada vez a más personas. Ese es nuestro objetivo esencial".

Entre esos desafíos destaca uno: la salud pública. "En los últimos años se han producido elementos positivos como la caída de la cortina de hierro y la mayor preocupación y respeto por el entorno; pero creo que la principal asignatura pendiente del mundo sigue siendo la salud pública."

A su paso por España, English dejó abierta la puerta sobre la publicación en castellano de la prestigiosa revista mensual: "El mes pasado se produjo un hito en la historia de nuestra revista. Por primera vez se publicó en un idioma distinto al inglés, en japonés. Puedo asegurarle que no vamos a esperar otros 106 años para editarla en otros idiomas".

GRAGEAS

FISICO. El argentino Miguel Virasoro dirigirá desde junio el Centro Internacional de Física Teórica con sede en Trieste, Italia. La designación la hizo pública hace unos días en la ONU Hans Blix, quien dirige la Organización Nacional de Energía Atómica. Virasoro, nacido en 1940, es actualmente catedrático en la Universidad de Roma, pero su formación como físico la hizo en la Universidad de Buenos Aires. Tuvo puestos importantes en Estados Unidos y Francia, en la década del 80 trabajó en la Organización Europea de Investigaciones Nucleares y en 1994 fue el primer científico en recibir la medalla Rammal de la Sociedad Francesa de Física.

VERNE. Cómo se acomoda un rascacielos ante un fuerte viento o cómo se abre paso un autobús bajo una nevada se puede estudiar con anticipación en el Centro Científico y Técnico de la Construcción de Nantes gracias a Julio Verne. Esta vez no se trata del fantástico novelista, sino que con este nombre fue bautizado un simulador climático de 5000 metros cuadrados que fue concebido para conocer en tamaño natural la respuesta de los edificios, los materiales de construcción, las máquinas y los vehículos ante los avatares meteorológicos. Este Julio Verne puede reproducir y conjugar los efectos del viento, la lluvia, la arena, la nieve, la escarcha, la contaminación y es el único en el mundo que puede simular cambios de temperatura entre los 25° Centígrados bajo cero y los 50°.

ORGASMO. Más del 60% de las mujeres no alcanza el orgasmo por la penetración, según la sexóloga argentina Sonia Blasco, autora del libro *Camino al orgasmo*, escrito en base a su experiencia como terapeuta. Blasco afirmó en España que los estudios señalan entre un 10 y un 20% de mujeres que jamás llegan a conocer el orgasmo, y lo relaciona con la dificultad de responder a la penetración como se espera según las pautas culturales tradicionales. Esto hace que muchas mujeres no disfruten su sexualidad y la insatisfacción repetida termina por matar el deseo sexual. Esto tiene una explicación fisiológica, ya que tanto en el hombre como en la mujer la principal hormona involucrada en el deseo es la testosterona, que estimula un circuito de ida y vuelta, por el cual la testosterona produce deseo sexual y éste estimula la producción de testosterona. Por eso cuanto menos se practica el sexo más decrece el deseo sexual. Sin embargo, la especialista no utiliza la palabra "frígida" y prefiere hablar de mujeres "preorgásmicas" –a diferencia de los hombres, si una mujer no ha sido mutilada no existen causas biológicas que le impidan disfrutar sexualmente– y añade que el amor es el mejor afrodisíaco.

RESIDUOS. Para festejar el Día Mundial del Medio Ambiente el próximo 5 de junio se inaugura REMAR, la Red Argentina del Manejo Ambiental de Residuos. Será a las 17.30, en la sede de la Asociación Argentina de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, Belgrano 1580, 3° piso.